




GLASS SUBSTRATE FOR PHOTOMASK, AND METHOD FOR PRODUCING THE SAME

Patent number: JP2002318450
Publication date: 2002-10-31
Inventor: TAKEUCHI MASAKI; SHIBANO YUKIO
Applicant: SHINETSU CHEMICAL CO
Classification:
- **international:** G03F1/14; C03C15/00; H01L21/027
- **european:** C03C15/00; C03C15/02; G03F1/14
Application number: JP20010122397 20010420
Priority number(s): JP20010122397 20010420

Also published as:

 EP1253117 (A1)
 US6869732 (B2)
 US2002155361 (A1)

Report a data error here

Abstract of JP2002318450

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a glass substrate having such a shape as to ensure high flatness of its exposure face and photomask holding face in exposure through a photomask as a silica glass substrate for a photomask used in a photolithographic process important to the production of IC, etc. **SOLUTION:** The glass substrate for the photomask is obtained by subjecting a glass substrate with a patterned light shielding film on the surface to local plasma etching in such a way that the flatness of the exposure face of the glass substrate in exposure becomes 0.04-2.2 nm per 1 cm<2> area of the exposure face.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-318450
(P2002-318450A)

(43) 公開日 平成14年10月31日 (2002. 10. 31)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト* (参考)
G 0 3 F 1/14		C 0 3 F 1/14	A 2 H 0 9 5
C 0 3 C 15/00		C 0 3 C 15/00	A 4 G 0 5 9
H 0 1 L 21/027		H 0 1 L 21/30	5 0 2 P

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願2001-122397 (P2001-122397)

(22) 出願日 平成13年4月20日 (2001. 4. 20)

(71) 出願人 000002060

信越化学工業株式会社
東京都千代田区大手町二丁目6番1号

(72) 発明者 竹内 正樹

新潟県中頸城郡頸城村大字西福島28-1
信越化学工業株式会社精密機能材料研究所
内

(72) 発明者 柴野 由紀夫

新潟県中頸城郡頸城村大字西福島28-1
信越化学工業株式会社精密機能材料研究所
内

(74) 代理人 100079304

弁理士 小島 隆司 (外1名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フォトマスク用ガラス基板及びその製造方法

(57) 【要約】

【解決手段】 表面に遮光膜がパターンニングされてなるガラス基板の露光時における露光面の平坦度が、露光面の面積1 cm²あたり0.04 nm以上2.2 nm以下になるように局所的にプラズマエッチングすることによって得られたフォトマスク用ガラス基板。

【効果】 本発明によれば、I C等の製造の際に重要な光リソグラフィ法で使用されるフォトマスク用シリカガラス系基板等において、フォトマスク露光時に露光面やフォトマスク保持面が極めて平坦になる形状のガラス基板を提供することができ、これによって半導体分野のさらなる高精細化につながる。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 表面に遮光膜がパターンニングされてなるガラス基板の露光時における露光面の平坦度が、露光面の面積 1 cm^2 あたり 0.04 nm 以上 2.2 nm 以下になるように局所的にプラズマエッチングすることによって得られたフォトマスク用ガラス基板。

【請求項2】 表面に遮光膜がパターンニングされてなるガラス基板の、露光機内で露光時にフォトマスクが保持される部分に相当する部分の平坦度が、該部分の面積 1 cm^2 あたり 0.04 nm 以上 4.5 nm 以下になるように局所的にプラズマエッチングすることによって得られたフォトマスク用ガラス基板。

【請求項3】 フォトマスク用ガラス基板が、シリカガラス系基板である請求項1又は2記載のガラス基板。

【請求項4】 表面に遮光膜がパターンニングされてなり、露光時における露光面が平坦になるフォトマスク用ガラス基板を製造する方法であって、ガラス基板の表面に対して遮光膜がパターンニングされた状態において露光時の露光面が平坦になるガラス基板の形状と原料ガラス基板の形状の差を計算し、これに応じて局所的にプラズマエッチングを施すことを特徴とするフォトマスク用ガラス基板の製造方法。

【請求項5】 表面に遮光膜がパターンニングされてなり、露光機内で露光時にフォトマスクが保持される部分に相当する部分が平坦になるフォトマスク用ガラス基板を製造する方法であって、露光機内でフォトマスクが保持される部分に相当するガラス基板の部分が平坦になるガラス基板形状と原料ガラス基板の形状の差を計算し、これに応じて局所的にプラズマエッチングを施すことを特徴とするフォトマスク用ガラス基板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、主に半導体関連電子材料のうち、最先端用途のフォトマスク用ガラス基板及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】フォトマスク用シリカガラス系基板の品質としては、基板上の欠陥サイズ及び欠陥密度、平坦度、面粗度、材質の光化学的安定性、表面の化学的安定性等が挙げられ、デザイン・ルールの高精細化に伴ってますます厳しくなっている。フォトマスク用シリカガラス系基板の平坦度に関しては、単に平坦度の値に留まらず、露光時にフォトマスクの露光面が平坦であることを実現する形状のガラス基板を提供することが必要である。何となれば、露光時に露光面が平坦でないと、シリコンウェハ上の焦点ずれを生じ、パターンの均一性が悪くなるため、微細パターンを形成することができなくなるからである。

【0003】ここで、露光時における露光面の平坦度は、露光面の面積 1 cm^2 あたり 2.2 nm 以下、 60

25 サイズ ($152\text{ mm} \times 152\text{ mm} \times 6.35\text{ mm}$) のフォトマスクの平坦度にして $0.5\text{ }\mu\text{m}$ 以下が求められる。但し、フォトマスクは、シリカガラス基板上に遮光膜を成膜し、パターンニングして製作され、露光時には通常フォトマスク表面外周部を吸着等により保持して水平に置かれることが多いため、基板の平坦度にプラスして膜応力と重力たわみ、保持力の合力に起因する形状を有する。これらは遮光膜の膜質や膜厚、パターンニングの種類、露光装置によって異なり、一概には言えないが、特に露光時におけるフォトマスク基板の保持面の平坦性は、露光面の平坦性に大きく影響することが予想されている。従って、フォトマスク用シリカガラス系基板表面の該保持面に相当する部分の平坦度を高くすることが求められる。この保持面に相当するシリカガラス系基板表面の部分の平坦度は、 1 cm^2 あたり 1.3 nm 以下であることが好ましい。ところが、伝統的な研磨法による平坦化技術では、こうした局所的な平坦化は事実上不可能であった。

【0004】また、基板表面全面を平坦にすれば該保持面に相当する部分も平坦になるが、現実的な方法での精密研磨法、例えば回転式両面バッチ研磨方式や回転式片面枚葉研磨方式では、欠陥が発生しない様にやわらかい研磨布で研磨するため、基板外周部にわたって平坦にすることは事実上不可能である。

【0005】膜応力や重力たわみによる要素も加味した場合には、さらに複雑な任意形状を実現する技術が必要となり、伝統的な精密研磨技術は完全に限界に至ると考えられる。

【0006】本発明は上述した課題を解決するためになされたもので、露光時に露光面又は基板保持面が平坦になる形状を有するフォトマスク用ガラス基板及びその製造方法を提供することを目的とするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段及び発明の実施の形態】本発明者は上記目的を達成するため鋭意検討を重ねた結果、基板上に遮光膜が成膜され、パターンニングされた原料ガラス基板の表面に対し、露光時に露光面が平坦になる或いは露光機内でフォトマスクが保持される部分に相当するガラス基板の部分が平坦になるガラス基板の形状と原料ガラス基板の形状の差を計算し、これに応じて原料ガラス基板表面の除去すべき部分を局所的にプラズマエッチングすることにより、露光時に露光面の平坦度が露光面の面積 1 cm^2 あたり 0.04 nm 以上 2.2 nm 以下、或いは露光機内で露光時にフォトマスクが保持される部分に相当する部分（以下、保持面という）の平坦度が保持面の面積 1 cm^2 あたり 0.04 nm 以上 4.5 nm 以下である形状を有するフォトマスク用ガラス基板が得られることを知見し、本発明をなすに至った。

【0008】即ち、本発明は、(1) 表面に遮光膜がパ

ターニングされてなるガラス基板の露光時における露光面の平坦度が、露光面の面積 1 cm^2 あたり 0.04 nm 以上 2.2 nm 以下になるように局所的にプラズマエッチングすることによって得られたフォトマスク用ガラス基板、(2) 表面に遮光膜がパターンニングされてなるガラス基板の、露光機内で露光時にフォトマスクが保持される部分に相当する部分の平坦度が、該部分(保持面)の面積 1 cm^2 あたり 0.04 nm 以上 4.5 nm 以下になるように局所的にプラズマエッチングすることによって得られたフォトマスク用ガラス基板、(3) フォトマスク用ガラス基板が、シリカガラス系基板である(1)又は(2)記載のガラス基板、(4) 表面に遮光膜がパターンニングされてなり、露光時における露光面が平坦になるフォトマスク用ガラス基板を製造する方法であって、ガラス基板の表面に対して遮光膜がパターンニングされた状態において露光時の露光面が平坦になるガラス基板の形状と原料ガラス基板の形状の差分を計算し、これに応じて局所的にプラズマエッチングを施すことを特徴とするフォトマスク用ガラス基板の製造方法、

(5) 表面に遮光膜がパターンニングされてなり、露光機内で露光時にフォトマスクが保持される部分に相当する部分が平坦になるフォトマスク用ガラス基板を製造する方法であって、露光機内でフォトマスクが保持される部分に相当するガラス基板の部分が平坦になるガラス基板形状と原料ガラス基板の形状の差分を計算し、これに応じて局所的にプラズマエッチングを施すことを特徴とするフォトマスク用ガラス基板の製造方法を提供する。

【0009】以下、本発明について更に詳しく説明する。本発明において、高平坦化フォトマスク用ガラス基板を得る方法としては、プラズマエッチング技術が採用される。本発明においては、まずガラス基板の表面に対して、露光時に露光面が平坦になるガラス基板の形状と原料ガラス基板の形状の差分を計算し、除去すべき表面部位に応じて局所的にプラズマエッチングを施す。即ち、露光時に露光面が平坦になるガラス基板の理想形状に対し、その対応部分における原料ガラス基板の形状に応じてエッチング量を多く又は少なくするようにエッチング量を局所的に変えてプラズマエッチング処理を施す。また、露光機内でフォトマスクが保持される部分については、当該部分に相当するガラス基板の部分が平坦になるガラス基板形状と原料ガラス基板の形状の差分を計算し、これに応じて局所的にプラズマエッチングを施すものである。

【0010】ここで、上記露光面或いは保持面が平坦であるとは、ガラス基板上に遮光膜がパターンニングされてある状態において平坦であることを意味する。即ち、フォトマスク用ガラス基板は、その上に遮光膜を形成し、次いでその上にレジスト膜を形成し、このレジスト膜の所用部分を選択的に露光、現像してレジスト膜をパターンニングし、更にこのレジスト膜のパターンニングに応じて

遮光膜をエッチングし、パターンニングした後、レジスト膜を除去して、ガラス基板上にパターンニングされた遮光膜が形成されたフォトマスクを得るものである。このフォトマスクは、露光機内において、露光を行うものであるが、本発明において、上記露光時における露光面が平坦であること、露光機内でフォトマスクが保持される部分が平坦であることは、上記のようにしてフォトマスクを製造し、パターンニングされた遮光膜がガラス基板に形成された状態における平坦度を意味し、従って上記理想形状はかかる状態において、上記露光面或いは保持面が完全に平坦であることを意味する。

【0011】上記のようにして差分を計算し、プラズマエッチングを施す場合、上述した除去すべき表面部位の上方にプラズマ発生筐体を位置させエッチングガスを流すと、プラズマ中で発生した中性ラジカル種がガラス基板表面を等方的に攻撃し、この部分がエッチングされる。一方、プラズマ発生筐体が位置していない部分には、プラズマが生じていないので、エッチングガスが当たってもエッチングされることは無い。プラズマ発生筐体を原料ガラス基板上に動かす際、原料ガラス基板表面の必要除去量に応じてプラズマ発生筐体の移動速度を制御することで所望の形状の基板を取得することが可能である。

【0012】原料ガラス基板はあらかじめ表面形状を測定する必要がある。表面形状の測定は如何なる方法でも良いが、高精度であることが望まれ、例えば光学干渉式の方法が挙げられる。原料ガラス基板の表面形状に応じて上述プラズマ発生筐体の移動速度が算出され、必要除去量が大きい部分は移動速度が遅く制御され、エッチング量が大きくなるように制御される。

【0013】この場合、フォトマスクの作り方としては、まずガラス基板上にクロムなどの遮光膜を成膜した上にレジスト膜を塗布し、電子線等によって所望のパターンを書き込む。そして、このレジスト膜を現像してエッチングすることで光の透過部分と露光する部分が形成され、フォトマスクが形成される。このフォトマスクを露光機にセットしてレジスト膜を塗布したシリコンウェハ上に露光することで、デバイスを形成していくものである。

【0014】本発明において、露光時に露光面が平坦になる形状を有するフォトマスク用ガラス基板をプラズマエッチングで取得するためには、露光時のフォトマスクのセッティング条件から理想形状が算出され、この理想形状と原料基板の形状の差分がプラズマエッチングにおける必要除去量となる。また、露光時のフォトマスクの保持部位に相当する部分の平坦性が重要であることは前述したとおりであるが、この場合、保持部位に相当する原料基板表面の部分の形状と該部分の理想平坦形状の差分が必要除去量となる。

【0015】上記理想形状は、露光機及び遮光膜の膜質

及び膜厚、パターニングの種類から応力計算シミュレーションによって決定することができる。より具体的には、露光機内のフォトマスク保持具の形状から、保持部位に相当するガラス基板の部分の面積や平坦度が決定される。また、遮光膜は、例えばクロム、酸化クロム、モリブデンシリサイドなどが挙げられ、これらの材質と構造、厚さなどからガラス基板に対する膜応力を計算することができる。なお、遮光膜は1層でも複数層でもよい。更に、膜面上のパターニングの位置、形状、面積などから、パターニング面がガラス基板全体を变形させる応力分布を計算することができる。最後に、露光機内にフォトマスクを設置したときのフォトマスクにかかる自重たわみ分を加味して逆算することで、露光時に露光面が平坦になる形状を有するガラス基板の理想形状が決定されるものである。

【0016】一方、原料ガラス基板の形状（平坦度）は、上述したように、光学干渉式の平坦度測定機等で測定され、上記理想形状の差分をプラズマエッチング除去するものである。

【0017】この場合、プラズマ発生筐体は如何なる形式のものでも構わないが、電極対でガラス基板を挟む構造にして高周波によって基板と電極の間にプラズマを発生させ、エッチングガスを通すことでラジカル種を発生させる方式や、エッチングガスを導波管に通してマイクロ波を発振することでプラズマを生じさせ、発生したラジカル種の流れを基板表面に当てる方式等がある。

【0018】また、エッチングガスはガラス基板の種類に応じて選ばれるが、特にフォトマスク用シリカガラス系基板の場合は、ハロゲン化合物のガスまたはハロゲン化合物を含む混合ガスのいずれかが好ましい。例えば、四フッ化メタン、三フッ化メタン、六フッ化エタン、八フッ化プロパン、十フッ化ブタン、フッ化水素、六フッ化硫黄、三フッ化窒素、四塩化炭素、四フッ化ケイ素、三フッ化塩化メタン、三塩化ホウ素等が挙げられる。

【0019】なお、上述したプラズマ発生筐体の移動速度の原料ガラス基板表面除去量に応じた制御は、コンピュータを用いることにより達成することができる。この場合、プラズマ発生筐体の移動は、基板に対して相対的なものであり、即ち基板自体を移動させるようにしてもよい。

【0020】以上の如くして得られたガラス基板は、フォトマスク露光時の露光面或いはフォトマスク保持面の平坦度が極めて高い。この場合、露光面の面積 1 cm^2 あたり 0.04 nm 以上 2.2 nm 以下、特に 0.04 nm 以上 0.86 nm 以下であることが好ましい。例えば、フォトマスク用ガラス基板として主流の 6025 基板 ($152 \text{ mm} \times 152 \text{ mm} \times 6.35 \text{ mm}$) の場合、露光時における露光面の平坦度が $0.01 \mu\text{m}$ ~ $0.5 \mu\text{m}$ 、特に $0.01 \mu\text{m}$ ~ $0.2 \mu\text{m}$ であることが好ましい。また、露光機内で露光時にフォトマスクが保持さ

れる部分に相当する部分の平坦度が、保持面の面積 1 cm^2 あたり 0.04 nm 以上 4.5 nm 以下、特に 0.04 nm 以上 2.2 nm 以下であることが好ましい。なお、基板の大きさは、 $(152 \text{ mm} \pm 0.2 \text{ mm}) \times (152 \text{ mm} \pm 0.2 \text{ mm}) \times (6.35 \text{ mm} \pm 0.1 \text{ mm})$ とすることが好ましい。

【0021】このようにして得られたガラス基板の表面は、プラズマエッチング条件によっては面荒れが生じたり、加工変質層が生じたりすることがあるが、その場合は、必要に応じてプラズマエッチング後に、平坦度がほとんど変わらない程度の極短時間の研磨を行っても良い。

【0022】なお、本発明において、平坦度の測定は、測定精度の観点からレーザ光などのコヒーレントな（位相がそろった）光を基板表面に当てて反射させ、基板表面の高さの差が反射光の位相のずれとして観測されることを利用した光学干渉式の方法が好ましい。

【0023】

【発明の効果】本発明によれば、IC等の製造の際に重要な光リソグラフィ法で使用されるフォトマスク用シリカガラス系基板等において、フォトマスク露光時に露光面やフォトマスク保持面が極めて平坦になる形状のガラス基板を提供することができ、これによって半導体分野のさらなる高精細化につながる。

【0024】

【実施例】以下、実施例により本発明を具体的に説明するが、本発明は下記の実施例に制限されるものではない。

【0025】〔実施例1〕一辺 152 mm の正方形の表面を有し、厚さ 6.4 mm の石英基板についてプラズマエッチングを行った。この場合、露光機のフォトマスク保持方式は吸着式で、保持部位の面積は $152 \text{ mm} \times 3.5 \text{ mm}$ （正方形形状）、遮光膜はクロム三層構造で膜厚 400 nm 、パターニングは $1:1$ ライン・アンド・スペースで線幅が $0.80 \mu\text{m}$ であり、応力計算シミュレーションによってフォトマスク用石英基板の理想形状が図1の如く決定された。この場合の理想フラットネス値は 1 cm^2 あたり 0.43 nm であった。これに対し、基板原料の表面形状を光学干渉式の平坦度測定機で測定したところ、フラットネス値は 1 cm^2 あたり 3.4 nm であった。これと理想形状との差分を計算して必要除去量を決定し、プラズマエッチングを行った。プラズマ発生筐体は、直径 75 mm の円筒型電極を有する高周波式 (150 W) のものを用い、エッチングガスは四フッ化メタンを用いた。プラズマエッチング後、基板表面を光学干渉式の平坦度測定器で測定したところ、理想形状に対するずれは僅か 2% であった。この基板を片面研磨機で軽く研磨した後、洗浄し、上記の如く遮光膜を成膜、パターニングを行って、露光機に保持すると同じ保持状態を作った。この状態のまま光学干渉式の平坦

度測定器で測定したところ、フラットネス値は露光面の面積 1 cm^2 あたり 0.1 nm であった。

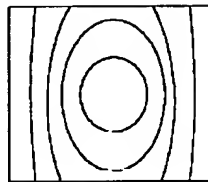
【0026】〔実施例2〕基板原料として一辺 152 mm の正方形の表面を有し、厚さ 6.4 mm の石英基板を用意した。まず、この石英基板を光学干渉式の平坦度測定機で測定したところ、平坦度は $3.9\text{ }\mu\text{m}$ であり、この基板の表面における、露光時の保持部位に相当する領域（基板外周2箇所； $152\text{ mm}\times 3.5\text{ mm}$ の長方形形状部位）の凹凸データをもとに、この部分の必要除去量を決定し、基板表面のプラズマエッチングを行った。

【0027】プラズマ発生筐体は、直径 75 mm の円筒型電極を有する高周波式（ 150 W ）のものをを用い、エッチングガスは四フッ化メタンを用いた。上記保持部相当領域のプラズマエッチング終了後、基板表面を光学干渉式の平坦度測定機で測定したところ、この部位に相当する $152\text{ mm}\times 3.5\text{ mm}$ の長方形部位の平坦度は 1 cm^2 あたり 2.1 nm であった。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1における基板の理想形状の説明図である。

【図1】



0.02 μm レンジの等高線図
(真ん中が低い)

フロントページの続き

Fターム(参考) 2H095 BB17 BC27 BC28
4G059 AA08 AB05 AC03 AC24 BB01